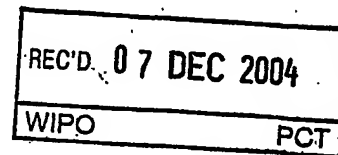


BEST AVAILABLE COPY



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 52 307.3

Anmeldetag: 06. November 2003

Anmelder/Inhaber: Endress + Hauser Flowtec AG, Reinach,
Basel-Landschaft/CH

Bezeichnung: Verfahren zum Übertragen von Messwerten zwischen
zwei Messumformern

IPC: G 08 C 19/16

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. November 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Stanschus

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

Verfahren zum Übertragen von Messwerten zwischen zwei Messumformern

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Übertragen von Messwerten zwischen
5 zwei Messumformern gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

In der Prozessautomatisierungstechnik werden vielfach Messumformer
eingesetzt, die zur Erfassung und/oder Beeinflussung von Prozessvariablen
dienen. Beispiele für derartige Messumformer sind Füllstandsmessgeräte,
10 Durchflussmessgeräte, Druck- und Temperaturmessgeräte, pH- Redoxpotential
-Messgeräte, Leitfähigkeitsmessgeräte etc., die als Sensoren die
entsprechenden Prozessvariablen Füllstand, Durchfluss, Druck, Temperatur,
pH- bzw. Leitfähigkeits-Wert erfassen.

15 Eine Vielzahl solcher Messumformer wird von der Firma Endress + Hauser®
hergestellt und vertrieben.

Häufig sind die Messumformer eine Kommuni—
kationsverbindung mit einer übergeordneten Einheit, z. B. Leitsystem bzw.
20 Steuereinheit (SPS) verbunden. Ein Beispiel für eine derartige
Kommunikationsverbindung stellt der HART®-Standard dar. Mit Hilfe dieses
Standards können Messumformer Daten sowohl in digitaler als auch in
analoger Form zu einem Leitsystem übertragen. Außerdem lassen sich so
Messumformer mit Hilfe einer entsprechenden Bedieneinheit sehr leicht
25 parametrieren und in Betrieb nehmen. Die Messwerte werden in analoger Form
in bekannter 4-20mA Technik zum Leitsystem übertragen. Da die HART-
Kommunikation nach dem Master-Slave-Prinzip arbeitet, können die
Messumformer Daten nur nach einer Anfrage durch den Master zum Leitsystem
übertragen.

30

Teilweise ist auch eine Datenübertragung zwischen mehreren Messumformern
und einem Leitsystem erwünscht. Ein solcher Datenaustausch ist z. B. im

HART-Multi-Drop-Betrieb möglich. Ein Nachteil hierbei besteht jedoch darin, dass jeder Messumformer der an ein HART-Multi-Drop-Netzwerk angeschlossen ist und eine von Null verschiedene Adresse besitzt, eine konstante Stromaufnahme von 4mA besitzen muss. Eine analoge Signalübertragung zum Leitsystem ist im HART-Multi-Drop-Betrieb nicht möglich.

Bei einigen Anwendungen müssen aus Messwerten unterschiedlicher Messumformer abgeleitete Messgrößen ermittelt und weiterverarbeitet werden. Eine Möglichkeit hierfür besteht darin, dass die Messwerte an das Leitsystem übertragen werden und dort entsprechende Auswerteprogramme zur Weiterverarbeitung der Messwerte vorgesehen sind. Dieses Verfahren hat aber verschiedene Nachteile. Zum einen ist das Umprogrammieren von Leitsystemen sehr aufwendig. Weiterhin sind die Auswerteprogramme in der Regel sehr anwendungsbezogen und benötigen Know-how, das nur dem Hersteller der Messumformer zur Verfügung steht und ungern weitergegeben wird. Außerdem sind Leitsysteme für Steuerungsaufgaben und nicht für die anwendungsspezifische Messwertauswertung geeignet. Für die Leitsystemhersteller würde dies einen erheblichen Aufwand bedeuten, um derartige anwendungsspezifische Funktionalitäten in ihre Systeme zu integrieren.

Eine andere Möglichkeit aus Messwerten unterschiedlicher Messumformer abgeleitete Messgrößen zu ermitteln und weiterzuverarbeiten, besteht darin, dass die Messwerte an einem Flowcomputer (z.B. RMS621 Fa. E+H Wetzler) übertragen werden und im Flowcomputer weiterverarbeitet werden. Vom Flowcomputer werden dann die weiterverarbeitete Daten an das Leitsystem übertragen. Die entscheidende Nachteile hierin sind, dass hierfür eine weitere Einheit in der Verarbeitungskette notwendig ist und dass die Messwerte typisch über analoge Schnittstellen übertragen werden, was zu Genauigkeitsverlust führen kann.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, ein Verfahren zum Übertragen von Messwerten zwischen zwei Messumformern anzugeben, das die oben genannten Nachteile nicht aufweist und das einfach und kostengünstig durchführbar ist.

5

Gelöst wird diese Aufgabe durch das in Anspruch 1 angegebene Verfahren.

Vorteilhafte Weiterentwicklungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

10

Die wesentliche Idee der Erfindung besteht darin, bei zwei Messumformern, die an ein Leitsystem als Master über zwei Kommunikationsverbindungen digitale Signale nach dem Master-Slave-Prinzip und analoge Signale übertragen, eine zusätzliche Kommunikationsverbindung zur Übertragung der digitalen Signale zwischen den beiden Kommunikationsverbindungen vorzusehen, wobei der Empfänger Messumformer die eingehenden Signale nach mindestens einem charakteristischen Wert des Sender Messumformers untersucht nur die benötigte Messgröße aufzufinden.

15

In einer Weiterentwicklung der Erfindung erfolgt die Kommunikation zwischen den Messumformern und dem Leitsystem nach dem HART®-Standard. Damit können die Messumformer mit dem Leitsystem sowohl analog als auch digital kommunizieren und zusätzlich untereinander entsprechend dem HART-Standard digital Daten austauschen.

20

Bei dem charakteristischen Wert kann es sich um eine Einheitenkennzahl, die im HART®-Standard festgelegt ist, handeln. Jede Einheitenkennzahl kennzeichnet einen Messwert in einer bestimmten Einheit (z. B. Druck, Temperatur, etc.).

25

Damit der Sender Messumformer seine Messwerte in regelmäßigen Abständen zum Empfänger Messumformer überträgt, wird der Sender Messumformer in den HART®-Burst-Modus versetzt. In diesem Modus kann ein Messumformer

30

auch als Slave unabhängig von einer Anfrage eines Masters seine Messwerte senden.

In einer alternativen Ausgestaltung wird der empfangenden Messumformer im Mastermodus betrieben, der die Messwerte des Sender Messumformers zyklisch ausliest.

Zur Ermittlung einer abgeleiteten Messgröße ist im empfangenen Messumformer eine Rechneinheit mit einem Auswerteprogramm installiert.

In einer speziellen Ausgestaltung der Erfindung handelt es sich bei dem empfangenen Messumformer um ein Vortex-Messgerät und bei dem Sender Messumformer um ein Druckmessgerät, wobei das Auswerteprogramm aus der Fließgeschwindigkeit und dem Druck als abgeleitete Messgröße z. B. den Masse-, Normvolumen- oder Wärmestromwert ermittelt.

Nachfolgend ist die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Es zeigt:

Fig. 1 zwei Messumformer, die mit einem Leitsystem verbunden sind, in schematischer Darstellung.

In Fig. 1 ist schematisch dargestellt, wie zwei Messumformer M1, M2 der Prozessautomatisierungstechnik über zwei Kommunikationsverbindungen KOM1, KOM2 mit einem Leitsystem L verbunden sind. Die Spannungsversorgung der beiden Messumformer erfolgt über zwei Messumformerspeisegeräte MUS1 und MUS2, die in die Kommunikationsverbindung KOM1 bzw. KOM2 integriert sind. Bei der Kommunikationsverbindung KOM1 bzw. KOM2 handelt es sich um eine Zweileiterverbindung zu den jeweiligen Messumformern M1 bzw. M2. In der

Kommunikationsverbindung KOM1 bzw. KOM2 ist eine Kommunikationsverbindung KOM3 vorgesehen über die digitale Signale zwischen den beiden Kommunikationsverbindungen KOM1 bzw. KOM2 ausgetauscht werden können. Aus Ex-Sicherheitsgründen sind in der Kommunikationsverbindung KOM3 zwei HART-Koppler K1 bzw. K2 vorgesehen, die je eine galvanische Trennung in der Kommunikationsverbindung KOM3 bewirken. Gestrichelt dargestellt ist der Kommunikationsweg zur Übertragung von Messwerten zwischen den beiden Messumformern M1, M2. Die Datenübertragung erfolgt direkt über die Kommunikationsverbindung KOM3 und nicht über das Leitsystem L.

Das Leitsystem L dient im Wesentlichen dazu, Steuerungsaufgaben zu erfüllen. Die Kommunikation zwischen dem Leitsystem L und dem Messumformer M1 erfolgt entweder über die 4-20mA Stromschleife oder über digitale HART-Signale. Bei dem Messumformer M1 kann es sich z. B. um einen Druckmessumformer handeln. Der Messumformer M2 ist z. B. ein Vortex-Messgerät Prowirl 73 der Fa. Endress + Hauser®.

Nachfolgend ist das erfindungsgemäße Verfahren näher beschrieben. Über die Kommunikationsverbindung KOM3 können digitale Signale vom Messumformer M1 an den Messumformer M2 übertragen werden.

Hierfür ist nur eine geringfügige Umprogrammierung des Messumformers M2 notwendig. Für den Messumformer M1 kann ein beliebiges Druckmessgerät mit einer HART®-Schnittstelle eingesetzt werden. Da das Leitsystem L nicht an diesem Datenaustausch beteiligt ist, ist eine Änderung der Leitsystem-Programmierung nicht notwendig. Dies ist von großer Wichtigkeit.

Um den gewünschten Messwert aufzufinden und bearbeiten zu können, untersucht der Empfänger-Messumformer M2, die vom Sende-Messumformer M1 eingehende Signale nach mindestens einem charakteristischen Wert des Messumformers M1. Der zu diesem charakteristischen Wert zugehörige Messwert wird dann im Messumformer M2 weiterverarbeitet.

Der benötigte Druckmesswert wird über die Einheitenkennzahl, die im HART-Standard festgelegt ist, erkannt.

5 Damit der Messumformer M1 seine Messwerte an den Messumformer M2 überträgt, wird der Messumformer M1 mit einem Bediengerät (z.B. Handheld) in den HART®-Burst-Modus versetzt. In diesem Modus sendet der Messumformer M1 seine Messwerte unabhängig von einer Anfrage durch das Leitsystem L. Dem Messumformer M2 stehen somit die aktuellen Messwerte des Messumformers M1 permanent zur Verfügung, so dass in einer im
10 Messumformer M2 vorgesehenen Rechneinheit auch die aktuelle abgeleitete Messgröße ermittelt werden kann.

In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung überwacht der Messumformer M2 bei seiner Inbetriebnahme die Kommunikationsverbindung K2 auf
15 eingehende Burst-Nachrichten. Ist dies nicht der Fall, so versucht der Messumformer M2 den Messumformer M1 in den Burst-Modus zu versetzen. Gelingt dies, so kann das oben beschriebene Verfahren zur Datenübertragung durchgeführt werden.

20 In einer weiteren alternativen Ausgestaltung der Erfindung wird der Messumformer M2 im Mastermodus betrieben. In diesem Modus liest der Master M2 die Messwerte des Messumformers M1 zyklisch aus. Dieser Modus erlaubt aber nur noch einen weiteren Master z. B. das Leitsystem L. In diesem Fall kann keine Bedieneinheit zum Parametrieren der Messumformer M1 bzw.
25 M2 mehr angeschlossen werden, da eine Bedieneinheit immer als Master fungieren muss.

Der wesentliche Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, dass ein spezieller Messumformer M2 mit verschiedenen Messumformern M1, die von
30 unterschiedlichen Herstellern stammen können, eingesetzt werden kann, um eine bestimmte abhängige Messgröße aus den Messwerten dieser beiden Messumformer zu ermitteln. Ein weiterer Aspekt der Erfindung besteht darin,

dass keine Änderungen der Programmierung am Leitsystem L vorgenommen werden müssen. Ein weiterer Aspekt der Erfindung besteht darin, dass Messwerte der Messumformer M1 digital an den Messumformer M2 übertragen werden – ohne Genauigkeitsverluste durch z.B. eine digital-analog und
5 nachfolgende analog-digital Wandlung. Das Leitsystem L kommuniziert unabhängig von der Kommunikationsverbindung KOM3 mit den Messumformern M1 bzw. M2.
Nur am Messumformer M2 sind geringfügige Software-Änderungen notwendig.

- 10 Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens ist eine einfache Datenübertragung von Messwerten zwischen zwei Messumformern M1 und M2 möglich.
-

Ansprüche

1. Verfahren zum Übertragen von Messwerten zwischen zwei Messumformern, die an ein Leitsystem, das als Master dient, über zwei
5 Kommunikationsverbindungen digitale Signale nach dem Master/Slave-Prinzip und analoge Signale übertragen, dadurch gekennzeichnet, dass die digitalen Signale über eine zusätzliche Kommunikationsverbindung auch zwischen den beiden Messumformern übertragen werden und der
10 Empfänger-Messumformer die eingehenden digitalen Signale nach mindestens einem charakteristischen Wert des Sende-Messumformers untersucht, um die für die Auswertung im Empfänger-Messumformer benötigten Messwerte aufzufinden.
 - 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kommunikation zwischen den Messumformern und dem Leitsystem nach dem HART®-Standard erfolgt.
 - 20 3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Empfänger Messumformer die zu dem jeweiligen Zahlenwert gehörenden Einheitenkennzahl auswertet, deren Bedeutung im HART®-Standard festgelegt ist.
-
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch
25 gekennzeichnet, dass der Sende-Messumformer in den HART®-Burst-Modus versetzt wird, um seine Messwerte in regelmäßigen Abständen zu senden.
 5. Verfahren nach einem der der Ansprüche 1-3 dadurch gekennzeichnet, dass der Empfänger-Messumformer im Master-Modus betrieben wird und die
30 Messwerte des Sende-Messumformers ausliest.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Empfänger-Messumformer und der Sende-Messumformer unterschiedliche Messgrößen erfassen.
- 5 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass im Empfänger-Messumformer eine Rechneinheit mit einem Auswerteprogramm installiert ist, das aus den unterschiedlichen Messgrößen eine abgeleitete Messgröße ermittelt.
- 10 8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Empfänger-Messumformer ein Vortex-Messgerät und der Sende-Messumformer ein Druck-Messgerät ist, die die Fließgeschwindigkeit und den Druck in einem Medium bestimmen.
- 15 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass im Vortex-Meßgerät eine Durchflussrechneinheit installiert ist, die aus dem Druckwert und der Fließgeschwindigkeit des Mediums eine abgeleitete Messgröße (z. B. Wärmestromwert) ermitteln.
- 20 10. Verfahren nach Anspruch 8 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Vortex-Messgerät einen zusätzlichen eingebauten Temperatursensor aufweist.
-
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass im Vortex-Meßgerät eine Durchflussrechneinheit installiert ist, die aus der
- 25 Fließgeschwindigkeit des Mediums, dem Temperaturwert und dem Druck eine abgeleitete Messgröße (z. B. Wärmestromwert oder Massestromwert) ermittelt.
12. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Empfänger Messumformer ein Vortex-Messgerät mit eingebauten zusätzlichen
- 30 Temperatursensor und der Sender Messumformer ein Temperatur-Messgerät ist.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass im Vortex-Meßgerät eine Durchflussrechnereinheit installiert ist, die aus der Fließgeschwindigkeit des Mediums, dem Temperaturwert des Temperatursensors des Vortex-Messgeräts und dem Temperaturwert des Temperatur-Messgeräts eine abgeleitete Messgröße (z.B. der Energieabfluss) ermittelt.

14. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Empfänger Messumformer ein Vortex-Messgerät ist und der Sender Messumformer ein Temperatur-Messgerät ist, die die Fließgeschwindigkeit und die Temperatur in einem Medium bestimmen.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass im Vortex-Meßgerät eine Durchflussrechnereinheit installiert ist, die aus der Fließgeschwindigkeit des Mediums und der Temperatur eine abgeleitete Messgröße (z. B. Wärmestromwert oder Massestromwert bei Flüssigkeiten oder Sattedampf) ermittelt.

16. Verfahren nach Anspruch 1 bis 15, wobei der Empfänger-Messumformer Signale von mehr als einem Sende-Messumformer einliest und auswertet.

17. Verfahren nach Anspruch 8 bis 16, wobei der Empfänger-Messumformer ein Coriolis-Durchflussmessgerät, ein Ultraschall-Durchflussmessgerät oder ein magnetisch-Induktiv oder thermisch arbeitendes Durchflussmessgerät ist.

Zusammenfassung

Bei einem Verfahren zum Übertragen von Messwerten zwischen zwei Messumformern, die an ein Leitsystem, das als Master dient, über zwei Kommunikationsverbindungen digitale Signale nach dem Master/Slave-Prinzip und analoge Signale übertragen, werden die digitalen Signale über eine zusätzliche Kommunikationsverbindung auch zwischen den beiden Messumformern übertragen und die eingehenden digitalen Signale im Empfänger-Messumformer nach mindestens einem charakteristischen Wert des Sende-Messumformers untersucht, um die für die Auswertung im Empfänger-Messumformer benötigten Messwerte aufzufinden.

(Fig. 1)

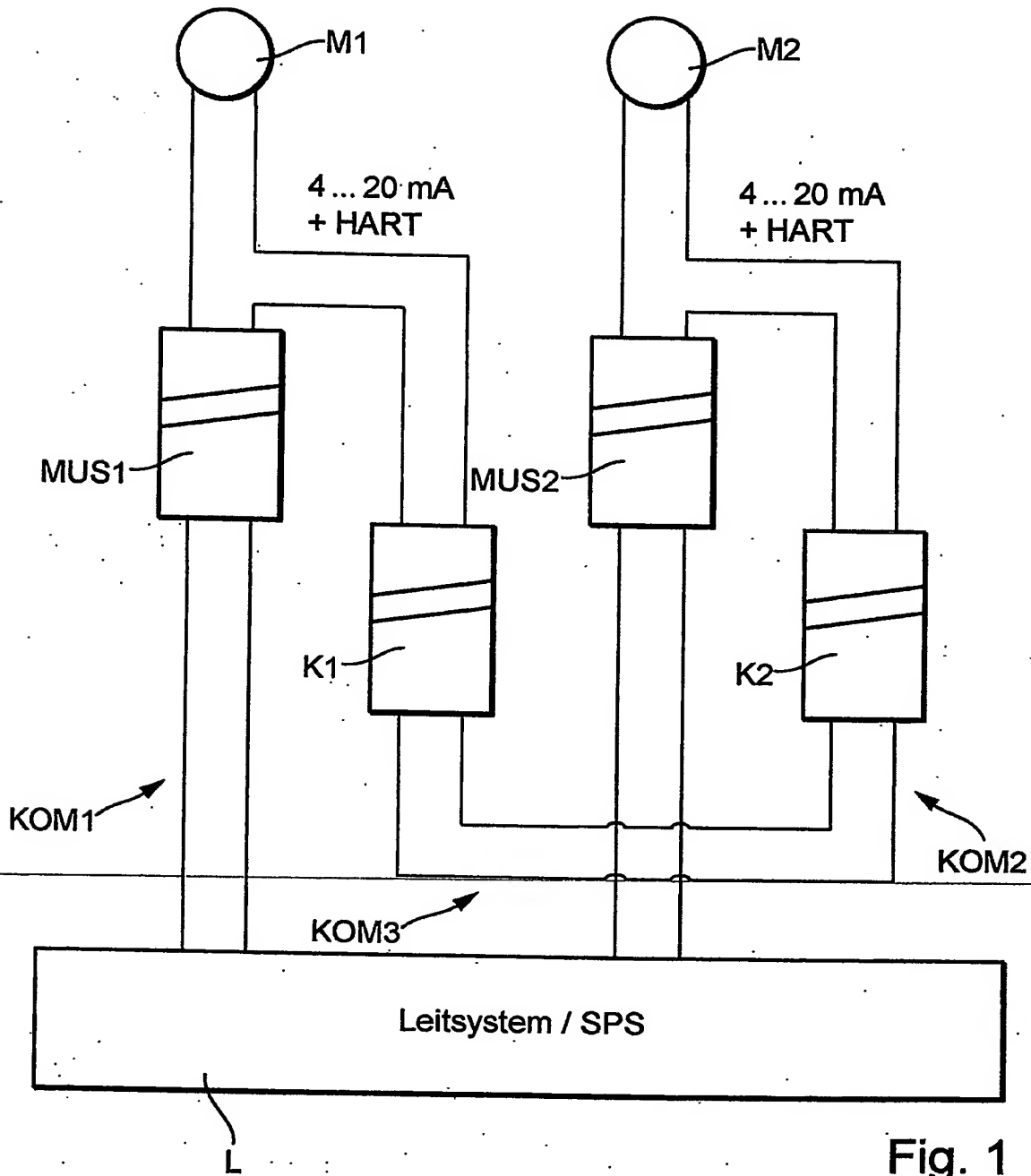


Fig. 1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.